

GRECOM: グループベースのサービス提供に向けた グループコンテキスト管理機構

鄭 哲成[†] 西尾 信彦^{††}

[†] 立命館大学大学院 理工学研究科

^{††} 立命館大学 情報理工学部

E-mail: [†]chol@ubi.cs.ritsumei.ac.jp, ^{††}nishio@cs.ritsumei.ac.jp

あらまし 人は日常生活の中で周囲の人々とグループを不断に形成/解消しているため、グループに関する状況(グループコンテキスト)は実世界における重要なコンテキストの一つだと言える。しかし、グループコンテキストを利用したサービスの実行制御は現状において困難である。本論文では、各人の所持する携帯端末が近接無線通信によりグループコンテキストを取得・判断し、サービスからのグループコンテキストに関する要求を解決するプラットフォームとして GRECOM を提案する。GRECOM は、周囲の端末とのプレゼンスだけでなく、ユーザ間の相識関係や行動をとともにしている度合いなどのコンテキストを把握する。また、ユーザ自身が作成するグループコンテキストのテンプレートにより、自端末上のサービス制御や他端末からのアクセス制御を適応的に行える。

キーワード アドホックグループ, コンテキスト認識, グループベースサービス, ミドルウェア

A Group Context Management Middleware for Group-based Services

Chol-Song CHONG[†] and Nobuhiko NISHIO^{††}

[†] Graduate School of Science and Engineering, Ritsumeikan University

^{††} Collage of Information Science and Engineering, Ritsumeikan University

E-mail: [†]chol@ubi.cs.ritsumei.ac.jp, ^{††}nishio@cs.ritsumei.ac.jp

Abstract Group context is an important element of user context because people often form local groups with proximal people in daily life. However, it is difficult to utilize group context for service control. In order to realize group-based service provisioning, we propose the system called GRECOM which works on each user's mobile device. The system recognizes group context such as friend relationship or accompanied level through wireless ad-hoc communication. The services can resolve the request related to group context through GRECOM API. In addition, the system enables adaptive access control and service control based on the templates which are made by end-user.

Key words Ad-hoc Group, Context Recognition, Group-based Service, Middleware

1. はじめに

人は日常生活の中で周囲の人々とグループ(集団)を不断に形成/解消している(友人と買い物に行く, 家族と食事している等)。各人がグループを形成する相手は頻繁に移り変わるため, そのようなグループに関する状況(グループコンテキスト)は実世界において時々刻々と変化するコンテキストの一種だと言える [2]。

しかし, 「自身だけでなく同伴者の嗜好も考慮して周辺のスポンツ情報を推薦する」など, 実世界のグループコンテキストをサービスに利用することは, 現状において困難である。いちユーザのコンテキストを認識し, それに応じたサービスの提供を目的とした研究はこれまで盛んに行われているが, 近接する複数のユーザが形成するグループの状況に着目し, それをどう適切なサービス提

供に活かすかという観点からの検討は十分になされていない。

多くのユーザが一台以上の携帯端末を持ち歩くことが日常的となった現在、携帯端末を所持する複数のユーザを発見するにはいくつかの手段が考えられる。例えば、GPSの位置情報を用いた手法[3]や無線アクセスポイントを用いた手法[4]、あるいは音声を用いた手法[5]が存在するが、自端末自身ではなくインフラ側の主体にしか発見できない点や環境によってグルーピングの精度が大きく左右される点が問題と言える。本研究では、近接するユーザ集合を自端末が発見する手段として、Bluetoothや無線LANのアドホックモードといった近接無線通信を用いる。

将来、WiMAXやHSDPAに代表される広域無線ブロードバンド技術が普及し、携帯端末で文字通りいつでもどこでもインターネットに接続できる環境になるとき、携帯端末に現在または将来搭載される近接通信機能が、「自端末の周囲のコンテキストを認識するための広義のセンサ」という新たな役割で活用される可能性は十分に考えられる[1]。近接通信機能によって「センシング」することで得られる周囲のコンテキストの中でも、とりわけ「自分の周囲にどういう人がいるか」というグループのコンテキストを取得できれば様々なサービスにとって有益であると筆者は考える。

そのため、本研究はグループのコンテキストを扱うサービスプラットフォームの実現を目標とし、本論文では、各ユーザの所持する携帯端末が自律的に周囲の端末を「センシング」することで、グループベースのサービス提供を実現する機構としてGRECOM(CONtext Management middleware for GRoup-Event-driven services)を提案する。GRECOMは、各周辺ユーザとの相識関係や近接の度合いなどのグループコンテキストを常に判断することで、携帯端末内のサービスのグループに関する要求を解決するミドルウェアである。また、GRECOMはユーザ主導によるグループコンテキストに応じたサービス連携やアクセス制御を可能にする。

本論文は全8章で構成される。2章では本研究が想定するサービスについて述べ、3章ではプラットフォームの要件について述べる。4章では、それらの要件を満たすミドルウェアとしてGRECOMを提案し、5章でGRECOMの設計について述べる。6章ではGRECOMのプロトタイプ実装、7章ではプロトタイプの動作検証と関連研究について述べる。最後に8章でまとめと今後の課題を述べ、本論文を締めくくる。

2. グループベースサービス

各ユーザの所持する携帯端末が近接通信を常時行うことで、近接通信範囲内に存在する他ユーザの携帯端末を

検出できる。本論文ではこの端末群(自端末も含む)の集合をグループと呼び、グループ内の各端末(グループメンバまたはメンバと呼ぶ)が互いに通信することで取得・判断できるグループ情報をグループコンテキストと呼ぶ。なお、各端末が保持している情報はそれぞれ異なるため、認識されるグループコンテキストは端末間で同一であるとは限らない。

各端末が自律的にグループコンテキストに認識することで、グループコンテキストを利用する新しいサービスが実現可能になる。例えば、「ツアー旅行の自由行動からメンバが再集合したらすぐに写真データが交換される」即興的なリソース共有や、特定の他者との遭遇を条件とするリマインダ、グループメンバの嗜好を考慮したスポット情報推薦など、様々なサービスが考えられる(図1)。本論文では、ユーザの携帯端末上で動作し、グループコンテキストを利用するこのようなサービスを総じてグループベースサービスと呼ぶ。

以降の章では、上述したようなグループベースサービスを実現するためのプラットフォームについて述べていく。

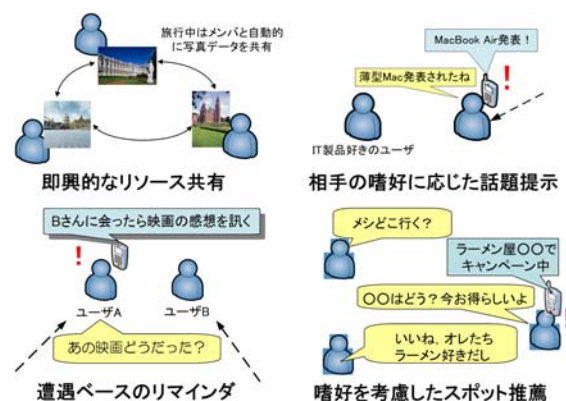


図1 グループベースサービスの例

3. グループベースのサービス提供に向けて

本章では、グループベースのサービス提供を実現するためのプラットフォームに求められる要件について整理する。

3.1 インフラ非依存

第一に、グループの発見は特定のサーバマシンや基地局上ではなく、各携帯端末上で自律的に行われるべきである。なぜなら、人々は日常生活の至るところでグループを形成するため、特定のインフラストラクチャに依存する形態では、例えば電車内など、グループを認識できないシーンが生じてしまうからである。加えて、中央集権的な形態は膨大な数のノードの位置情報が特定ノードへ集約される点でスケーラビリティに乏しく、プライバシー保護の観点からも望ましくない。

3.2 サービスの要求解決

グループベースサービスの要求は、参照要求とトリガ要求に大別できる。前者は、「10分以上近くにいるメンバーは?」といった即答性が求められるクエリを指す。後者は、「子どもが自分から一定距離以上離れたら通知する」といった特定のグループコンテキストをトリガとして指定する要求を指す。多様なグループベースサービスの開発をサポートするには、グループコンテキストに関する参照要求とトリガ要求を記述できる API が不可欠である。

3.3 相識関係と同行度の判断

「近くにいる人が自分にとってどういう人か」はグループコンテキストにおける重要な要素であるため、プラットフォームは常に周辺ユーザと自ユーザが知人かどうか、すなわち相識関係を判断する必要がある。加えて、知人が近くにいるからといって、その知人と行動をともにしているとは限らない。「食事とともにしている」場合もあれば、「人混みの中でお互いが気付かずにすれ違った」というように、全く別の行動をとっている場合もある。したがって、周辺ユーザが自分にとって「どういう人か」だけでなく、「どのくらい近く、どのくらいの間、一緒にいるか」(この度合いを同行度と呼ぶ)を判断できることが望ましい。

3.4 適応的なアクセス及びサービス制御

「周囲にいる4人の来週の共通した空き時間を調べる」場合など、グループベースサービスによっては、他端末内のコンテンツを参照する必要が生じる。そのため、他端末からのコンテンツ参照に対するアクセス制御は必須となるが、グループを形成する相手は状況によって頻繁に変化するため、画一的なアクセス制御ポリシーでは柔軟性に欠けてしまう。よって、状況ごとに適切なアクセス権がユーザの能動的なアクション無しで設定されることが望ましい。

また「話題提示サービスは会議時は無効化させる」というように、グループコンテキストに応じたサービス制御を行えることが望ましい。

4. 提案ミドルウェア：GRECOM

前章で指摘した要件を満たすプラットフォームとして、GRECOM (GRoup Event based COntext Management Middleware) を提案する。図2に示す通り、GRECOM は各ユーザの携帯端末上で動作するミドルウェアである。GRECOM の特徴として、以下の点が挙げられる。

- 自立性

GPSのような測位機構や周辺基地局の有無に依存せず、近接通信を通じてグループコンテキストを認識するため、どのような環境においても動作する。

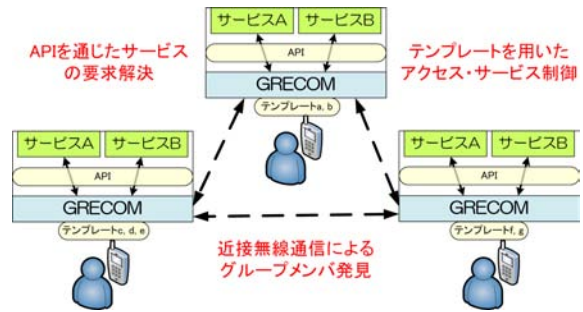


図2 GRECOM の概要

- 相識関係および同行度の判定

ユーザが普段使用するコンタクトリスト(アドレス帳、SNSのフレンドリストなど)を利用して相識関係を判断する。また、受信電波強度(RSSI)と共有時間の組み合わせに基づき、他端末との同行度を判定する。

- GRECOM API の提供

携帯端末内のサービスがグループコンテキストに関する要求を解決するためのインタフェースを提供する。

- テンプレートを用いたコントロール

ユーザが特定のグループコンテキストをキーとして作成したテンプレートにアクセス及びサービス制御情報を記述することで、ユーザ主導の適応的なサービス連携やアクセス権の設定が可能となる。

以上の特徴により、グループベースサービスの開発のサポートするとともに、既存サービスや他端末からのアクセスをグループコンテキストに応じて制御することができる。

5. GRECOM の設計

本章では、GRECOM の設計について、まず各構成モジュールの役割を説明した後に、内部における特徴的な手法について述べる。

5.1 構成モジュール

GRECOM の内部設計は図3の通りである。

(1) 要求処理部

要求処理部は、サービスから GRECOM API を通じて発行された要求を受け付け、要求に応じた結果を返すインタフェースとしての役割を持つ。サービスからの要求は、グループコンテキストのクエリとトリガールの制御に大別される。前者については、クエリを受付後、その内容を解釈し、必要と判断された情報をコンテキスト管理部を通じて取得し、返答する。後者は、指定されたグループイベント(例: ユーザAが10分以上はぐれたら通知せよ)をトリガ管理部に渡し、トリガ管理部がイベント発生を検知すれば、その旨をサービスへ通知する。

(2) トリガ管理部

トリガ管理部は、要求処理部から渡されたグループイ

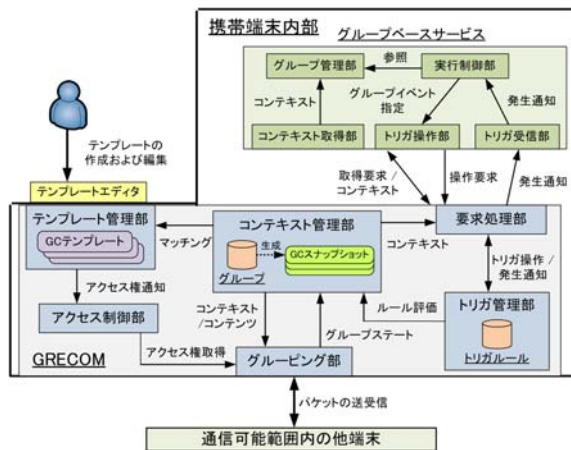


図 3 GRECOM の内部設計

イベントと条件を基に、トリガルールを生成し、テーブルに追加する。トリガルールは、サービス ID、トリガ ID、対象メンバ、対象コンテキスト、評価条件、評価間隔から構成される。トリガ管理部は、評価間隔ごとにトリガの発生をチェックし、発生が確認されれば要求処理部を通して当該サービスへ通知する。

(3) グループ通信部

グループ通信部の主な役割は、グループを発見するためのパケットを送受信することである。すなわち、周辺の端末群へ自端末のプレゼンスを知らせるための Hello パケットを定期的にブロードキャストする。受信された Hello パケットは、コンテキスト管理部に渡され、相識関係の判断に利用される（次節で詳述する）。加えて、他端末から自端末内のリソースに対する参照要求があった場合、グループ通信部は要求の送信元端末のアクセス権を確認し、アクセスが許可されれば当該リソースを渡す。

(4) コンテキスト管理部

コンテキスト管理部は予め、自端末内のコンタクトリスト（アドレス帳、SNS のフレンドリストなど）を収集し、保持する。そして、他端末からの Hello パケットを蓄積し、相識関係や同行度などのコンテキストが判定される（手法については後述）。定期的にグループコンテキストを XML 形式で生成する（これを GC スナップショットと呼ぶ）。GC スナップショットの内容は、各メンバのコンテキストを表す Individual エリアと、自グループにおける全体的なコンテキストを表す Statistics エリアに大別される（記述例を図 4 に示す）。Individual エリアには、コミュニティや相識関係、同行度など、Statistics エリアには（前回の GC スナップショット時との）プレゼンス変化率や、メンバ数の最も多いコミュニティ名などが加えられる。生成された最新の GC スナップショットは、GC テンプレートとのマッチングやサービスの要求解決に用いられる。

```

<GC_Snapshot>
  <Timestamp>2008-01-20-13:50:30</Timestamp>
  <Individual>
    <Name="Alice">
      <Community>Business</Community>
      <AccompaniedLevel>6</AccompaniedLevel> // 同行度
      <Proximity>Near</Proximity> // 近接性
      <ExistTime>315(s)</ExistTime> // 共在時間
      ...
    </Name>
    ...
  </Individual>
  <Statistics>
    <Presence_Change>12%</Presence_Change>
    <Largest_Community>Business</Largest_Community>
    ...
  </Statistics>
  <Location>
    <AP>BKC-Wireless</AP>
    ...
  </Location>
</GC_Snapshot>

```

図 4 GC スナップショットの記述例

(5) テンプレート管理部

ユーザはテンプレート管理部が提供するテンプレートエディタを通して、特定のグループコンテキストをキーとしてアクセス権及びサービス連携を設定できる。特定のグループコンテキストを XML 形式で記述したものを GC テンプレートと呼ぶ。

GC テンプレートの内容は、Context エリアと Control エリアに大きく分けられる。Context エリアにメンバ情報や時間、場所など、キーとなるコンテキスト要素の条件が記述される。GC スナップショットとのマッチング（後述）のために、条件は必須（Required）条件と付帯条件（Optional）のいずれかに分けられる。Control エリアには、対象となるリソース名とアクセスが許されるユーザ集合の組およびサービス名と制御情報の組が記述される。GC テンプレートの記述例を図 5 に示す。

```

<Template>
  <Name>Lunch with Laboratory Members</Name>
  <Context>
    <Community>Laboratory</Community>
    <AccompaniedLevel>7</AccompaniedLevel> // 同行度
    <MemberNum>5</MemberNum> // メンバ数
    <TimeSpan>13:00~15:00</TimeSpan>
    <Nearby AP>BKC-Wireless</Nearby AP> // 周辺APのESSID
    ...
  </Context>
  <Required>Community</Required> // 必須条件のコンテキスト
  <Permission>
    <Resource>Photo</Resource> // アクセス許可するリソース名
    <Allow>
      <Community>Laboratory</Community> // 対象のユーザ集合
    </Allow>
  </Permission>
  <Service>
    <Enable>TopicSuggestion</Enable> // 有効化するサービス名
    <Disable>MelodySignaling</Disable> // 無効化するサービス名
  </Service>
</Template>

```

図 5 GC テンプレートの記述例

(6) アクセス制御部

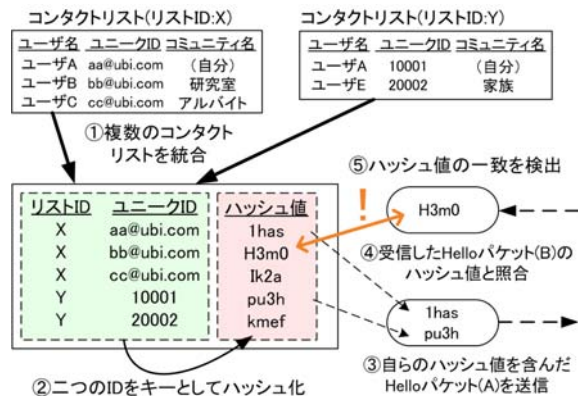
アクセス制御部は、他端末からの自端末内のコンテンツへのアクセスを状況に応じて制限する。アクセス制御のルールは、GC テンプレート内の Control エリアに記述された内容に基づき、変更がある度にテンプレート管理部から通知される。対象となるユーザ集合は、コミュニティや、相識関係、同行度などのコンテキストに基づき指定できる。

5.2 相識関係の判定

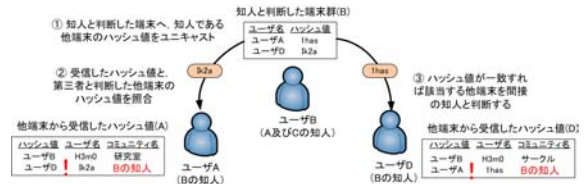
相識関係は、ユーザが普段使用している複数のコンタクトリストを利用して判断する。ここで、コンタクトリスト内のエントリは、「ユーザ名」及び当該リスト内で一意である「ユニーク ID」、および「コミュニティ名」からなるとする。直接の相識関係は以下の手順で判定される。

1. 予め、ユーザが使用している複数のコンタクトリストを 1 つに統合する
2. 統合後、コンタクトリストの ID とユニーク ID の組を基にハッシュ化を行う
3. 自ユーザのユニーク ID のハッシュ値のリストを Hello パケットに格納してブロードキャストする
4. Hello パケットを受信したら、パケット中のハッシュ値と自ら生成したハッシュ値を比較する
5. 一つ以上のハッシュ値が一致すれば、その Hello パケットの送信元を知人とみなす。

こうすることで、第三者に安易に盗聴されずに他端末との相識関係を判定できる。例えばユーザ A がユーザ B を知人と判定するには、図 6 のような過程を経る。加



えて、知人と判断した他端末のハッシュ値を再利用して送信する (Friend パケットと呼ぶ) ことで、間接の相識関係の有無を判断する。図 7 に B の知人である A が、B の別の知人である D を間接の知人と判断する流れを示す。なお、第三者と判断された端末のハッシュ値はセキュリティ上の観点から定期的に消去する。



5.3 同行度の判定

同行度は具体的には、共有時間と近接度の閾値の組み合わせにより決定される。共有時間はグループメンバーとして最初に検知されてから現時刻までの合計時間であり、一定時間 Hello パケットが確認できなければゼロにリフレッシュされる。近接度は他端末からのパケットの RSSI に基づき判定される。RSSI に基づいて測定できる近接度 (Proximity) の段階数を N とすると、段階を分ける閾値は $N - 1$ 個存在する。同様に、共有時間の段階数を M とすると、その閾値は $M - 1$ 個存在する。ここで、同行度の最大値 A_{max} を以下の式で表す。

$$A_{max} = N * (M - 1) + 1$$

そして、判定された近接度の段階を n 、共有時間の段階を m 、実際の共有時間の値を T 、の最小の閾値を T_{min} とすると、同行度は以下の式で求める。

$$A = \begin{cases} 1 & (T < T_{min}) \\ (m - 1) * (N - 1) + n & (T > T_{min}) \end{cases}$$

m が最小の閾値 T_{min} を満たさなければ、同行度は 1 をとる。これは、例えば廊下で他人とすれ違うなどの偶発的な遭遇と、何らかの意図・事情があって他人の周辺にいる場合とを分けて捉えられるようにするための工夫である。 T が T_{min} を超えると、同行度 A は m が増加する度に高くなる。また、複数の他端末との m が同一であっても、近接度 n に応じて各他端末との A は変化する。例えば、段階数 N が 3、 M が 4、共有時間 m が 3、近接度 n が 2 とすると、同行度 A は以下ようになる。

$$A = (3 - 1) * (4 - 1) + 2 = 8 \text{ (最大値 } A_{max} \text{ は } 10)$$

5.4 GC テンプレートとのマッチング

コンテキスト管理部により生成された GC スナップショットは、生成される度にテンプレート管理部内の GC テンプレート群と比較される。そして、最新の GC スナップショットの内容と最も類似する GC テンプレート内の制御情報が自動的に適用される。GC テンプレートとの選択と適用の流れを図 8 に示す。

最も類似する GC テンプレートは、以下の条件に基づいて選ばれる。

1. 全ての必須条件を満たしている
2. 合致した付帯条件数が最も多い

なお、合致した付帯条件数が同一の場合、競合した

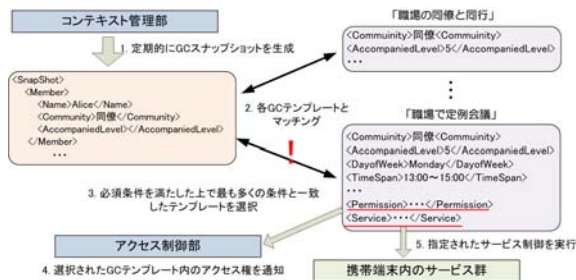


図 8 GC スナップショットと GC テンプレートのマッチング

GC テンプレート群がユーザに提示され、明示的な選択を促す。

6. 実装

前章で述べた GRECOM のプロトタイプを、.NET Compact Framework 2.0 及び OpenNETCF Smart Device Framework 2.1 を用いて、.NET アプリケーションとして実装した。開発言語には Visual C# を用い、携帯端末には無線 LAN を搭載している SHARP 社の W-ZERO3 (OS: Windows Mobile 5.0 Pocket PC, 型番: WS003SH) を用いた。

プロトタイプにおいて実装した GRECOM API を用いると、同行度や相識関係などに基づく各メンバーのコンテキスト、および GC スナップショットや GC テンプレートに関する情報が取得可能となっている。GRECOM API の一部を表 1 に示す。

表 1 GRECOM API の一部

```

/* 指定された近接性に合致するメンバー名のリスト */
String[] getMemberListByProximity(String communityID);

/* トリガイベントを追加(戻り値:トリガID) */
String addTriggerEvent(String memberID, String contextID, String conditionID,
    long startTime, long endTime);

/* 現在適用されているGCテンプレート名を取得 */
String getCurrentGCTemplateName();

/* リソースに対するメンバーのアクセス権を取得 */
Bool getPermission(String resourceID, String memberID);

/* 指定したメンバー数以上のコミュニティ名を取得 */
String[] getCommunityByMemberNum(int memberNum);

```

プロトタイプを利用するサンプルアプリケーションとして、グループベースのリマインダサービスと話題提示サービスの実装を行った。前者は、メンバーあるいは適用中の GC テンプレート、時刻、場所 (AP の SSID) をタスクの通知条件として指定可能なサービスである。例えば、「Aさんと今度会ったら『映画についての感想を聞く』というメッセージを表示する」ことができる。後者は、メンバーあるいはコミュニティごとに関連づけた「タグ」のキーワードに合致する Web ページを取得し、携帯端末上に表示させるサービスである。例えば、「Mac好きの A さんとの同行度が 6 以上であれば、『Mac』に関する最新ニュースを表示する」ことが可能である。その

画面の一部を図 9 に示す。

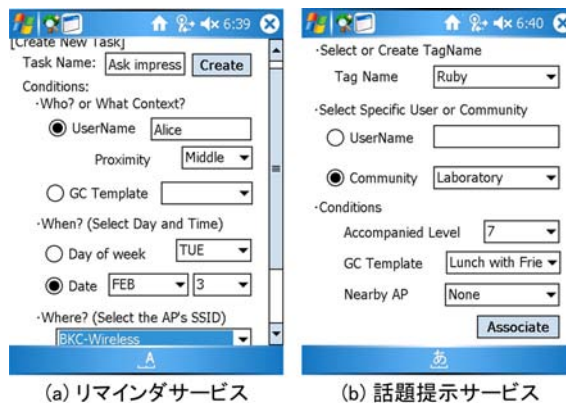


図 9 サンプルアプリケーションの設定画面

7. 評価

本章では、前章で述べたプロトタイプの動作検証結果について述べる。また、関連研究・技術との比較を通じて、GRECOM の有用性について考察する。

7.1 プロトタイプの動作検証

4 台の携帯端末を、互いに相識関係 (「研究室」コミュニティ) のある 4 名の被験者 (A, B, C, D とする) にそれぞれ所持させて、プロトタイプの動作検証を行った。具体的には、近接無線通信によって近接度や同行度といったコンテキストを判断する本研究のアプローチの現実性と、定型的なグループ行動を表す GC テンプレートがユーザの意図したタイミングで適切に選択されるかという点を検証した。ここで、近接度の段階数 N は 3 (近: 約 5m 以内, 中: 約 30m 以内, 遠: 約 30m 以上) とし、閾値を $-62dBm$, $-75dBm$ とした。また、共在時間の段階数 M は 3 とし、閾値を 30 秒, 150 秒, 300 秒とした。よって、同行度 A は 10 段階で表せる。そして、「研究室」メンバーとのグループ行動として、メンバーと学食で食事している場合、メンバーと会議スペースで会議している場合、それ以外の状況でメンバーと一定以上同行している場合 (デフォルト), 3 つを想定し、GC テンプレートとして作成した。表 2 に各 GC テンプレートに指定される主な条件を示す。

被験者は、日常行動を想定して作成された表 3 のシナリオに従って行動した。

表 2 検証に用いた GC テンプレートの主な条件

テンプレート名	同行度	時間帯	場所情報 (AP)
食事	9	12 時 ~ 13 時	食堂周辺の AP
会議	9	14 時 ~ 17 時	研究室の AP
デフォルト	4	(指定なし)	(指定なし)

検証の結果、端末 A で得られた他端末の RSSI の推移

表 3 検証に用いたシナリオ

行動 1	4 人一緒に研究室から食堂へ移動する
行動 2	4 人一緒に食堂にて食事をとる
行動 3	A・B は図書館に寄って研究室に戻る C・D はコンビニに寄って研究室に戻る 研究室に戻ったら各自の机で作業する
行動 4	A・B は会議のため研究室内の別スペースへ移動する C・D は机で作業を続ける

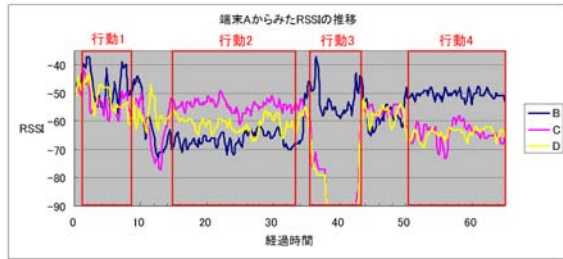


図 10 端末 A からみた RSSI の推移

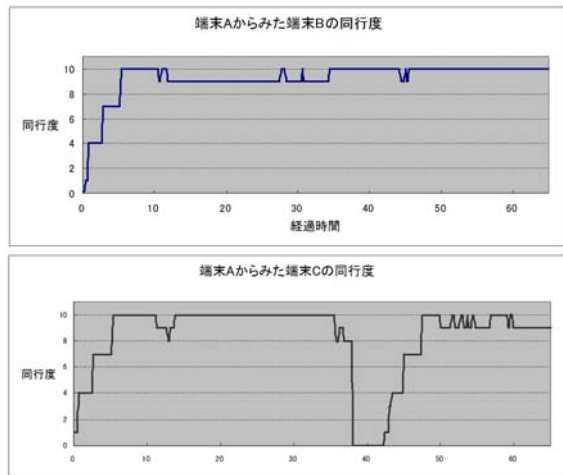


図 11 端末 A からみた端末 B および C との同行度

を図 10, 端末 B, C との同行度の推移を図??に示す。図 10 から, (互いに約 5m 以内で) 4 人一緒に行動した行動 1, 2 と, C, D と離れていた行動 3 とでは, RSSI に大きな差が出ていることが分かる。また行動 4 において, A と研究室内の同じスペースにいた B と (約 6m 離れた) 違うスペース (作業机) にいた C, D との RSSI も明確に区別できる差となっている。それに従い図??での B, C との同行度も, 一定の差をつけていたことが分かる。ただ, 周囲の電波状況によっては, 行動 2 での B の RSSI のように, 5m 以内にいるにも関わらず, 「近」ではなく「中」の段階の RSSI を取得し続ける場合も見受けられた。これらの点から, 近接通信 (無線 LAN) の RSSI を用いた数段階の近接度の判定, および近接度と共在時間の組み合わせで周囲のユーザとの同行の度合いを判断する本アプローチが非現実的ではないことを確認

した。

そして端末 A・B では, 行動 1, 3 の時点は「デフォルト」, 行動 2 では「食事」, 行動 4 では「会議用」と, 設定した条件通りに意図したタイミングで GC テンプレートが選択されていたことを確認した。したがって, 本プロトタイプはユーザに対し, 相識関係や同行度, 時間帯, 周辺情報などに基づいて「食事」や「会議」といった日常の定型的なグループ行動をテンプレート化する機能を提供できると言えるだろう。

ただし, GC テンプレートを作成するユーザが, 同行度などといったコンテキストの指標を適切に分析し設定に利用できるとは限らないことを考慮に入れなくてはならない。この点については, GC テンプレート作成の際, 例えば「本日前中に Aさんと食事した際の同行度を目安として今回のテンプレートの条件値として設定しますか?」とユーザに尋ねるなど, テンプレートエディタ側が能動的に作成をサポートする機能を用意することで, 改善が図れるのではないかと考える。

7.2 関連研究・技術

(1) PNM (People Near Me)

Microsoft 社の People Near Me (PNM) [6] は, P2P 技術を利用したインフラ非依存のプラットフォームである。アプリケーション開発者は PNM の API を用いることで, 周辺の端末と協調するアプリケーションを容易に開発できる。しかし, 共同作業を始めるためにユーザ自身が周辺のユーザを明示的に「招待」する必要があるため, 常時グループコンテキストを検知する必要のあるタイプのサービスの支援は困難である。また, PNM はサービス開発時に利用できるフレームワークであり, エンドユーザが既存サービス連携を周辺のユーザの情報を用いて行えるものではない点が本研究と大きく異なる。

(2) GAF (Group Awareness Function)

GAF [7] は MobiLife プロジェクト [8] で提案されているグループウェアのためのコンポーネントである。GAF は, 周辺ユーザとの関連性 (本研究での相識関係) などのコンテキストを各端末が収集・判断し, API を通して外部からのグループに関する要求に応える。目的とアプローチの面で本研究と類似する点が多いが, 「周辺ユーザがいるかないか」という二値的なプレゼンス情報のみを用いている点, 特定のグループコンテキストをトリガとしたサービスの実行制御は考慮されていない点が異なる。

(3) CBAC (Context Based Access Control)

CBAC は, ロールベースのアクセス制御モデルである RBAC を拡張した, グループ・位置・時間の 3 要素から成るコンテキストを条件に用いてユーザとロールの割当を動的に行うモデルである。[9] ではこのモデルを用いて, 随伴者の有無に応じて, 共有サーバ内のリソースへのア

クセス権が変化するシステムなどが開発されている。アドホックに形成されるユーザ群に応じて動的にアクセス権を変更できる点では本研究と類似しているが、制限の対象となるのが共有マシン内のリソースである点、コンテキストを検知する主体が環境内の特定の機器である点が本研究とは異なる。

(4) AGAPE

AGAPE (Allocation and Group Aware Pervasive Environment) [10] は、MANET におけるアドホックグループのコミュニケーションや協調をサポートするためのミドルウェアである。AGAPE は、動的にグループ形成・解消する機能を提供するグループ管理レイヤーと即興的なコミュニケーション機能を提供するグループ通信レイヤーとで構成されており、ユーザのプロファイルなどに基づくエニーキャストやマルチキャストを実現できる。AGAPE は MANET を用いるため、シングルホップが前提である本研究よりも広範囲に他端末と協調することが可能である。しかし、即興的なコミュニケーション支援に特化している分、特定のグループコンテキストをトリガとしたサービスの実行制御は考慮されていない。以上の相違点を鑑みると、GRECOM の特徴は、従来の二値的なプレゼンスの判定だけでなく、同行度という指標による近接性の判定などを行うため、既存のプラットフォームよりも詳細なグループコンテキストを取得・判断できることだと言える。そして、「グループコンテキストのトリガ化」によって、一時的なリソース共有などユーザの明示的なアクションによって開始される「共同作業型」のサービスだけでなく、他ユーザとの遭遇を条件としたリマインダのような「イベント検知型」のサービスも実現できる。したがって、既存のプラットフォームよりも多様なグループベースサービスの開発をサポートできると言える。加えて、GC テンプレートを用いることで、ユーザ主導で既存サービスやアクセス権の制御を自動化できるため、サービス開発者だけでなくユーザ自身にとっても有用なプラットフォームであると言える。

その一方、改良の余地もあると考える。現状は近接通信やコンタクトリスト、テンプレートといった情報を利用してグループコンテキストを判断しているが、各種センサデータやコンテンツ、個人コンテキストなど携帯端末がアクセスあるいは「センシング」できる様々な情報を組み合わせて分析することで、より高位のグループコンテキストを推定できると考えられる。例えば、GC スナップショットのログを利用してメンバとの遭遇頻度を、メールや通話など履歴からコミュニケーション頻度を算出することで、相識関係の有無だけでは捉えきれないメンバとの詳細な関係性を把握できる。

8. まとめと今後の課題

本論文では、グループコンテキストを利用する種々のサービスを実現するため、各ユーザの携帯端末上で自律的にグループコンテキストを認識するミドルウェア GRECOM を提案した。GRECOM は近接通信によって周囲のユーザとの相識関係や同行度をはじめとする各種コンテキストを判断する。判断されるグループコンテキストは API を通じてサービス開発に利用できる。加えて、ユーザが明示的に GC テンプレートを作成することで、特定のグループコンテキストに応じたアクセスおよびサービス制御が可能となる。

今後は、前章で述べた点の他に、電池消費や端末への処理負荷の計測や、固定ホストなど携帯端末以外の主体が提供するグループベースサービスと、その提供対象となるグループとのインタラクションモデルの構築にも取り組む予定である。また、Hello パケット内のハッシュ値を利用したなりすましなど、周辺端末と常時通信することで生じうるセキュリティリスクへの対策を講じる必要がある。

文 献

- [1] Nathan Eagle, Alex Pentland, "Reality Mining: Sensing Complex Social Systems", JOURNAL OF PERSONAL AND UBIQUITOUS COMPUTING, 2005.
- [2] B.N. Schilit, N. Adams, R. Want, "Context-Aware Computing Applications", IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, 1994.
- [3] 羅 勇, 天笠 俊之, 吉川 正俊, 植村 俊亮, "移動オブジェクトに対する効率的な地理情報配信手法", 電子情報通信学会 第 13 回データ工学ワークショップ (DEWS 2002), 2002 年 3 月.
- [4] J. Krumm, K. Hinckley, "The NearMe Wireless Proximity Server", In Proceedings of The Sixth International Conference on Ubiquitous Computing (UbiComp2004), September 2004.
- [5] 水谷 晶彦, 下遠 野享, "音声による近隣通信端末のグループ化", マルチメディア, 分散, 協調とモバイルシンポジウム (DICOMO 2004), 2004 年 7 月.
- [6] People Near Me (Microsoft), <http://www.microsoft.com/technet/network/p2p/pnm.msp>
- [7] O. Coutand, et al, "Context-aware Group Management in mobile environments" (paper 322), IST Mobile and Wireless Communications Summit 2005, Germany.
- [8] Mobilife Project, <http://www.ist-mobilife.org/index.php>
- [9] 森田 陽一郎, 中江 政行, 小川 隆一, "安全なアドホック情報共有のための動的 ACL 設定方式", 電子情報通信学会技術研究報告 情報セキュリティ (ISEC) Vol.105 p7-14, 2005 年 11 月.
- [10] D. Bottazzi, A. Corradi, R. Montanari, "Context Awareness for Impromptu Collaboration in MANETs", The Second Annual Conference on Wireless On-demand Network Systems and Services (WONS'05), January 2005.